

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. Oktober 2003 (23.10.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/086836 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B62D 5/04**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE03/00970

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. März 2003 (25.03.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 17 123.8 17. April 2002 (17.04.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE). **ZF LENKSYSTEME GMBH**
[DE/DE]; 73522 Schwaebisch-Gmünd (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BOCK, Michael**
[DE/DE]; Jella-Lepmann-Str. 13, 81673 München (DE).
NAGEL, Willi [DE/DE]; Bittenfelder Str. 31, 71686
Remseck/Hochdorf (DE). **BRENNER, Peter** [DE/DE];
Eichenstrasse 6, 73563 Moegglingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

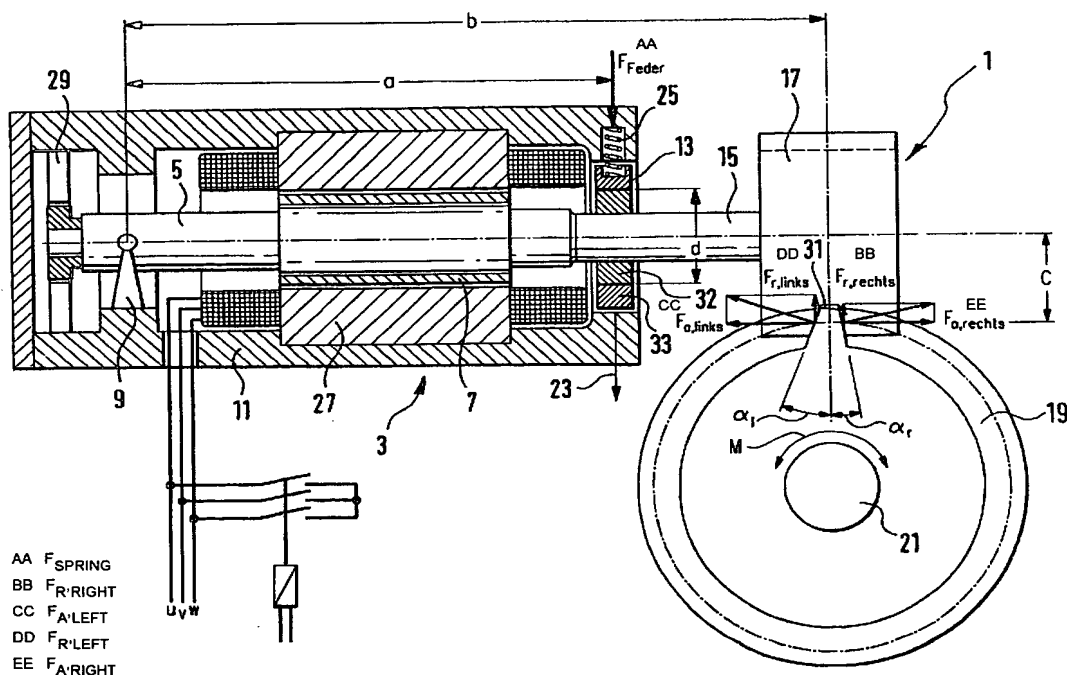
Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-
öffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: STEERING GEAR WHICH IS FREE FROM BACKLASH

(54) Bezeichnung: SPIELFREIES LENKGETRIEBE



(57) Abstract: The invention relates to a worm gear for a steering wheel of a motor vehicle, whereby the automatic interlock is independent from the sense of direction of torque (M) acting upon a worm wheel (19) of the worm gear (1).

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Schneckengetriebe für eine Lenkung eines Fahrzeugs vorgeschlagen, bei dem die Selbsthemmung unabhängig von dem Drehsinn eines auf ein Schneckenrad (19) des Schneckengetriebes (1) wirkenden Moments (M) ist.

WO 03/086836 A2

Spielfreies Lenkgetriebe

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Schneckengetriebe für eine Fahrzeuglenkung mit einer auf einer Welle drehfest angeordneten Schnecke und mit einem mit der Schnecke kämmenden Schneckenrad, wobei Schnecke und Schneckenrad in radialer Richtung vorgespannt sind.

Konventionelle Fahrzeuglenkungen, Fahrzeuglenkungen mit Überlagerungsgetriebe und Steer-by-Wire-Lenkanlagen erfordern ein oder mehrere Lenkgetriebe mit denen die Drehbewegung des Lenkrads in eine Drehbewegung der gelenkten Räder umgesetzt wird.

Bei konventionellen elektrischen Servolenkungen muss zusätzlich ein von einem Elektromotor aufgebrachtes Drehmoment in die Lenkung eingekoppelt werden. Bei einer Steer-by-Wire-Lenkanlage besteht keine mechanische oder hydraulische Verbindung zwischen Lenkrad und gelenkten Rädern. Ein Lenksteller regelt die Stellung

der gelenkten Räder in Abhängigkeit des Fahrerlenkwunsches und anderer Größen wie z. B. Gierrate oder Fahrgeschwindigkeit. Die Lenkbewegung der gelenkten Räder ist frei programmierbar und die gesamte Lenkarbeit wird durch den elektrischen oder hydraulischen Lenksteller aufgebracht.

Bei Fahrzeuglenkungen mit Überlagerungsgetriebe wird eine konventionelle Lenkung mit einem Überlagerungsgetriebe kombiniert, um Lenkeingriffe unabhängig vom Fahrerlenkwunsch vornehmen zu können. Damit werden die Eigenschaften einer Steer-by-Wire-Lenkanlage weitestgehend erreicht. Bei diesen Überlagerungsgetrieben ist Spiel unerwünscht, da es das Lenkgefühl verschlechtert, die Präzision von Lenkeingriffen verringert und sich außerdem beim Wechsel der Drehrichtung durch "Knackgeräusche" unangenehm bemerkbar macht.

Zu den oben genannten Zwecken werden oft Schneckengetriebe mit Elektromotor eingesetzt, da diese in der Regel selbsthemmend sind und somit der Elektromotor stromlos geschaltet werden kann, wenn sich das Schneckengetriebe nicht drehen soll.

Aus der noch nicht veröffentlichten Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen DE 100 51 506.9 (Anmeldetag 17.10.2000) der Robert Bosch GmbH ist ein Getriebe für eine Fahrzeuglenkung bekannt bei dem die Welle, auf der die Schnecke eines Schneckengetriebes befestigt ist, in radialer Richtung verschwenkbar gelagert ist. Eines der beiden Lager ist in radialer Richtung verschiebbar. Durch das Aufbringen einer Federkraft in radialer Richtung wird die Welle um ein Festlager verschwenkt und somit ein spielfreier Eingriff der Schnecke im Schneckenrad gewährleistet.

Wenn der elektrische Antrieb des Schneckengetriebes nicht angesteuert wird, soll das Schneckengetriebe selbsthemmend sein, damit die Lenkbewegungen vom Lenkrad direkt und unverändert auf die gelenkten Räder übertragen werden.

Vorteile der Erfindung

Bei einem Schneckengetriebe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 ist die Selbsthemmung des Schneckengetriebes unabhängig von der Orientierung eines bei ausgeschaltetem Elektromotor auf das Schneckenrad wirkenden Moments. Das Verhalten des Schneckengetriebes ist somit auch bei stromlos geschaltetem Elektromotor drehrichtungsunabhängig.

Dadurch wird die Funktionssicherheit einer mit einem erfindungsgemäßen Schneckengetriebe ausgerüsteten Lenkanlage für Fahrzeuge, insbesondere auch dann wenn der Elektromotor oder ein Steuergerät ausgefallen ist, erhöht. Dieser Vorteil ist von erheblicher Bedeutung, da Lenkanlagen auch dann noch funktionsfähig sein müssen, wenn Teile der elektrischen Anlage des Fahrzeugs ausfallen.

Bei einer Variante der Erfindung ist vorgesehen, dass die Welle in einem Gehäuse mittels eines Festlagers und mindestens eines Loslagers gelagert ist, und dass das oder die Loslager in radialer Richtung im Gehäuse verschiebbar sind, und/oder dass das Gehäuse ein Langloch zur Aufnahme des Loslagers aufweist, und dass die Längsachse des Langlochs in radialer Richtung verläuft. Bei dieser Variante ist die Schwenkbewegung der Welle durch das Langloch vorgegeben. Ein Ausweichen der Welle in tangentialer Richtung ist nicht möglich. Weiterhin ist ein Langloch fertigungstechnisch einfach herzustellen. In weiterer Ergänzung der Erfindung stützt sich das

Loslager über einen Stützring gegen das Gehäuse ab, so dass das Loslager nicht mit oder linienförmigen Radiallasten beaufschlagt wird und die Führung des Loslagers im Gehäuse verbessert wird.

In weiterer Ergänzung der Erfindung ist zwischen Loslager und Gehäuse oder zwischen Stützring und Gehäuse mindestens ein Federelement, insbesondere eine Spiralfeder oder eine Tellerfeder, vorgesehen, so dass auf einfache und kostengünstige Weise eine definierte Vorspannung zwischen Schnecke und Schneckenrad bzw. Zahnstange einstellbar ist. Die Vorspannkraft hängt dabei im Wesentlichen von der Federrate des oder der Federelemente ab und nur in geringem Umfang von der Fertigungstoleranz des Stützrings und des Gehäuses ab.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist das Loslager über eine Blattfeder mit dem Gehäuse verbunden und erstreckt sich die Blattfeder senkrecht zur Längsachse der Welle und senkrecht zu der Richtung in der das Loslager verschiebbar ist zwischen Gehäuse und Loslager. Die Blattfeder wird so am Gehäuse befestigt, dass die gewünschte Anpresskraft zwischen Schnecke und Schneckenrad erreicht wird. Bei dieser Ausführungsform wird die Zahl der Bauteile reduziert, da die Blattfeder sowohl Feder- als auch Führungsfunktionen übernimmt. Außerdem ist diese Ausführung sehr einfach zu montieren.

Bei einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist zwischen Loslager und Gehäuse oder zwischen Stützring und Gehäuse eine Verdrehsicherung angebracht, so dass das Loslager sich nicht im Gehäuse drehen kann, was zu Funktionsbeeinträchtigungen führen könnte.

Bei einer weiteren Ergänzung der Erfindung ist die Schnecke auf der Rotorwelle eines Elektromotors drehfest angeordnet, so dass die Zahl der Bauteile reduziert wird und eine besonders kompakte Bauweise des erfindungsgemäßen Getriebes möglich wird.

Damit bei einem in Extremfällen möglichen Verlust der Selbsthemmung die Auswirkungen auf die Funktionsfähigkeit und das Betriebsverhalten der Fahrzeuglenkung minimiert werden, ist weiter vorgesehen das Schneckengetriebe über den Elektromotor zu arretieren. Diese Arretierung des Schneckengetriebes kann entweder aktiv durch den Aufbau eines Gegenmoments des Elektromotors oder passiv durch Kurzschließen von mindestens zwei Phasen des Elektromotors erreicht werden. Das passive Arretieren erfolgt dadurch, dass mindestens zwei Phasen des Elektromotors kurzgeschlossen und von der Spannungsversorgung getrennt werden, wenn sich der Elektromotor nicht drehen soll. Wenn der Elektromotor in diesem Zustand trotz der Selbsthemmung des Schneckengetriebes angetrieben wird, baut der Elektromotor wegen der kurzgeschlossenen Phasen ein Bremsmoment auf. Dadurch wird die ungewollte Drehbewegung stark verringert.

Vorteilhafterweise erfolgt das passive Arretieren durch Kurzschließen von mindestens zwei Phasen des Elektromotors durch ein Relais oder durch FET-Halbleiterelemente.

Die aktive und passive Arretierung des Schneckengetriebes kann auch unabhängig von der erfindungsgemäßen asymmetrischen Verzahnung bei anderen elektrischen Antrieben, vorzugsweise mit Untersetzungsgetriebe, eingesetzt werden.

Schließlich kann das erfindungsgemäße Getriebe in einer Servoeinheit einer elektrischen Servolenkung, in einem Zahnstangenlenkgetriebe, in einem Lenksteller mit Überlagerungsgetriebe oder als elektromotorischer Lenksteller einer Steer-by-Wire-Lenkanlage eingesetzt werden.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der nachfolgenden Zeichnung und deren Beschreibung entnehmbar.

Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und nachfolgend beschrieben. Es zeigen:

- Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Schneckengetriebes mit Außenverzahnung;
- Figur 2 ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Schneckengetriebes;
- Figur 3 ein Detail einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Wellenlagerung und
- Figur 4 ein Detail einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Wellenlagerung.

Beschreibung der Erfindung

In Figur 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Schneckengetriebes 1 dargestellt. Das Getriebe 1 besteht aus einem Elektromotor 3 mit einer Welle 5, die einen Rotor 7 trägt. Die Welle 5 ist an ihrem einen

Ende mit einem nur schematisch dargestellten Festlager 9 in einem Gehäuse 11 des Elektromotors 3 gelagert. Am entgegengesetzten Ende des Elektromotors 3 ist ein Loslager 13 vorhanden. Auf einem Wellenstumpf 15 der Welle 5 ist eine Schnecke 17 drehfest befestigt (nicht dargestellt). Die Schnecke 17 ist somit fliegend auf der Welle 5 gelagert und kämmt mit einem Schneckenrad 19, welches auf einer Abtriebswelle 21 befestigt ist. Die Lagerung der Abtriebswelle 21 ist in Figur 1 nicht dargestellt. Um Spiel in der Verzahnung zwischen Schnecke 17 und Schneckenrad 19 zu verhindern, kann die Welle 5 um das Festlager 9 in Richtung der Pfeile X_1 verschwenkt werden. Die Schwenkbewegung der Welle 5 wird dadurch ermöglicht, dass das Loslager 13 in Richtung des Schneckenrads 19 verschiebbar im Gehäuse 11 befestigt ist. Die Richtung in der das Loslager 13 samt Welle 5 verschoben werden kann ist durch einen Pfeil 23 dargestellt.

Ein als Spiralfeder ausgebildetes Federelement 25 presst die Schnecke 17 auf das Schneckenrad 19, so dass eine spielfreie Übertragung der Drehbewegung des Elektromotors 3 auf die Abtriebswelle 21 erfolgt. Federrate und Vorspannung des Federelements 25 sind so zu bemessen, dass, unabhängig von der Drehrichtung und dem Drehmoment des Elektromotors 3, die zwischen den Zahnflanken der Schnecke 17 und des Schneckenrads 19 auftretenden Kräfte die Welle 5 nicht entgegen der Federkraft des Federelements 25 verschwenken können. Andererseits ist darauf zu achten, dass die Federkraft des Federelements 25 nicht größer als nötig ist, um zu verhindern, dass das erfindungsgemäße Getriebe schwergängig wird und der Verschleiß unnötig groß ist.

Um die Funktion des Elektromotors 3 sicherzustellen, ist es notwendig, dass der Verschwenkweg X_2 des Loslagers 13 so

bemessen ist, dass der Rotor 7 nicht an einem Stator 27 des Elektromotors schleifen kann. Außerdem ist darauf zu achten, dass eventuell vorhandene Bürsten (nicht dargestellt) des Elektromotors 3 oder Drehwinkelsensoren 41 durch das Verschwenken der Welle 5 in ihrer Funktion nicht beeinträchtigt werden. Dies bedeutet, dass der Spalt X_3 zwischen Rotor 7 und Stator 27 so bemessen sein muss, dass keine Berührung zwischen Rotor 7 und Stator 27 stattfinden kann.

Die Bürste 29 oder die nicht dargestellten Drehwinkelsensoren werden bevorzugt in der Nähe des Festlagers 9 angeordnet. Die Anordnung des Loslagers 13 im Gehäuse 11 ist nachfolgend in Fig. 3 im Detail beschrieben.

In Fig. 1 ist der Eingriffswinkel α_r der rechten Zahnflanke (20) eines Zahns 31 des Schneckenrads 19 gleich groß wie der Eingriffswinkel α_l der linken Zahnflanke (22) des Zahns 31. Das Schneckengetriebe 1 wird selbsthemmend ausgeführt, damit sich das Schneckenrad 19 bei stromlosem Elektromotor 3 nicht verdrehen kann. Die Selbsthemmung kann durch geeignete Wahl des Steigungswinkels (nicht dargestellt) der Schnecke 17 und einen hohen Reibungskoeffizienten erreicht, bzw. verbessert werden.

Wenn die Schnecke 17 ein Drehmoment auf das Schneckenrad 19 überträgt, entsteht eine Radialkraft F_r an der Schnecke 17. Die Radialkraft F_r wirkt der Federkraft F_{Feder} des Federelements 25 entgegen. Darüber hinaus entsteht durch die Übertragung des Drehmoments vom Schnecke 17 auf das Schneckenrad 19 auch noch eine Axialkraft F_A Abhängig von der Drehrichtung ändert die Axialkraft F_A ihre Richtung. Das Federelement 25 muss so dimensioniert sein, dass das Anpressmoment

$$F_{\text{Feder}} \times a$$

des Federelements 25 größer als das Moment

$$F_R \times b - F_A \times c$$

ist.

Wenn auf das Schneckenrad 19 über die Abtriebswelle 21 ein Moment M übertragen wird, ergibt sich folgende Momentenbilanz bezüglich der Verzahnung zwischen Schnecke 17 und einem Zahn 31 des Schneckenrads 19:

Fall 1: Das Moment M wirkt entgegen dem Uhrzeigersinn (mathematisch positiv):

$$\sum M = F_{a,r} \times c - F_{\text{Feder}} \times a + F_{r,r} \times b = 0$$

Mit:

$F_{N,r}$: Normalkraft zwischen der rechten Zahnflanke 20 des Zahns 31 und der Schnecke 17

$F_{a,r}$: axiale Komponente von $F_{N,r}$.

$F_{r,r}$: radiale Komponente von $F_{N,r}$.

a, b, c : Länge des wirksamen Hebelarms

Fall 2: Das Moment M wirkt im Uhrzeigersinn (mathematisch negativ):

$$\sum M = - F_{a,1} \times c - F_{\text{reder}} \times a + F_{r, r} \times b = 0$$

$F_{N,1}$: Normalkraft zwischen der linken Zahnflanke 22 des Zahns 31 und der Schnecke 17

$F_{a,1}$: axiale Komponente von $F_{N,1}$.

$F_{r,1}$: radiale Komponente von $F_{N,1}$.

a, b, c : Länge des wirksamen Hebelarms

Wegen der unterschiedlichen Vorzeichen von $F_{a,r}$ und $F_{a,1}$, ist die Selbsthemmung des in Fig. 1 dargestellten Schneckengetriebes 1 drehrichtungsabhängig. Dieser Effekt ist beispielsweise unerwünscht, wenn das Schneckengetriebe 1 in einer Servoeinheit einer elektrischen Servolenkung, in einem Zahnstangenlenkgetriebe, in einem Lenksteller, in einem Überlagerungsgetriebe und/oder als Lenksteller einer Steer-by-Wire-Lenkanlage eingesetzt wird.

Ein symmetrisches Verhalten des Schneckengetriebes 1 kann erreicht werden, wenn der Eingriffswinkel α_r der rechten Zahnflanke 20 und der Eingriffswinkel α_l der linken Zahnflanke 22 des Zahns 31 verschieden gewählt werden.

In Fig. 2 ist ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Schneckengetriebes 1 schematisch dargestellt. Gleiche Bauteile werden mit gleichen Bezugszeichen versehen und es gilt das bezüglich Fig. 1 Gesagte entsprechend.

Bei der in Fig. 2 dargestellten Verzahnung ist der Eingriffswinkel α_r der rechten Zahnflanke 20 kleiner als der Eingriffswinkel α_l der linken Zahnflanke 22 des Zahns

31. Durch eine geeignete Wahl des rechten und linken Eingriffswinkels α_r und α_l kann ein drehrichtungsunabhängiges Verhalten des Schneckengetriebes 1 erreicht werden. Dabei beeinflussen die Länge der Hebelarme a, b, und c, sowie die Federkraft F_{Feder} die Wahl der Eingriffswinkel α_r und α_l . Prinzipiell sollte die Federkraft F_{Feder} so klein wie möglich sein, um Reibung und Verschleiß zu minimieren.

Die Selbsthemmung des Schneckengetriebes 1 kann weiter verbessert werden, wenn das Loslager 13, wie in Fig. 2 dargestellt, als Gleitlager ausgeführt wird. Das Gleitlager besteht aus einer Hülse 32, die mit dem Wellenstumpf 15 verbunden ist, und einer Lagerschale 33, die in Richtung des Pfeils 23 im Gehäuse verschiebbar angeordnet ist. Das Federelement 25 übt eine Kraft F_{Feder} auf die Lagerschale 33 aus, um die gewünschte Spielfreiheit zu gewährleisten. Die Anordnung des als Gleitlager ausgeführten Loslagers 13 im Gehäuse 11 ist nachfolgend in Fig. 4 im Detail beschrieben. Die Hülse 32 kann sich auch über den gesamten Wellenstumpf 15 erstrecken und das Schneckenrad mit der Hülse 32 verbunden sein. Diese Ausgestaltung ist nicht dargestellt.

Wenn das Loslager als Gleitlager ausgeführt ist und die Welle 5 sich nicht dreht, wirkt zwischen Hülse 32 und Lagerschale 33 Gleitreibung. Der Haftreibungskoeffizient μ_{Haft} ist größer als der Gleitreibungskoeffizient μ_{Gleit} , der für den Reibungswiderstand bei drehender Welle 5 maßgeblich ist. Durch diesen Effekt wird die Selbsthemmung des erfindungsgemäßen Schneckengetriebes 1 weiter verbessert, ohne dass sich für den Antrieb des Schneckengetriebes 1 durch den Elektromotor 3 nennenswerte Nachteile ergeben.

Auch durch die Wahl eines geeigneten Schmiermittels für die

Verzahnung des Schneckengetriebes 1 und des Gleitlagers kann dieser Effekt verstärkt werden. Das Schmiermittel soll einerseits einen kleinen Gleitreibungskoeffizient μ_{Gleit} aufweisen und andererseits bei stehender Welle 5 die Hülse 32 und die Lagerschale 33 sowie die Schnecke 17 und das Schneckenrad 19 möglichst fest verbinden.

Wenn in extremen Ausnahmefällen die Selbsthemmung des Schneckengetriebes 1 nicht ausreichen sollte, und der Elektromotor über die Schnecke angetrieben wird, wird diese Drehbewegung vom Drehwinkelsensor 41 (siehe Fig. 1; nicht dargestellt in Fig. 2) detektiert. Ein nicht dargestelltes Steuergerät kann den Elektromotor 3 daraufhin so ansteuern, dass der Elektromotor wieder die ursprüngliche Lage einnimmt und ein Gegenmoment vom Elektromotor 3 aufgebaut wird, so dass das Schneckengetriebe 1 arretiert ist. Diese Arretierung wird im Zusammenhang mit der Erfindung als aktive Arretierung bezeichnet.

Alternativ zu dieser aktiven Arretierung kann die sogenannte elektromotorische Kraft zur sog. passiven Arretierung des Schneckengetriebes 1 benutzt werden, die nachfolgend anhand der Fig. 2 erläutert wird.

In Figur 2 sind die zwei Phasen u, v und w des Elektromotors 3 andeutungsweise dargestellt. Wenn der Elektromotor 3 sich nicht drehen soll, werden nach dem Stand der Technik die drei Phasen u, v und w stromlos geschaltet. In diesem Fall sorgt nur die Selbsthemmung des Schneckengetriebes 1 dafür, dass ein Moment M, welches von dem Schneckenrad 19 in das Schneckengetriebe 1 eingeleitet wird, nicht zur Drehbewegung des Elektromotors 3 führt. Wenn in Extremfällen die Selbsthemmung versagen sollte, kann erfindungsgemäß durch Kurzschließen von mindestens

zwei Phasen u, v oder w und Trennen des Elektromotors 3 von der Spannungsversorgung (nicht dargestellt) die elektromotorische Kraft des Elektromotors 3 zur Arretierung des Getriebes ausgenutzt werden. Wenn der Elektromotor kurzgeschlossen ist und er wird über das Schneckengetriebe angetrieben, dann baut der Motor im Generatorbetrieb ein Bremsmoment auf. Dieses Bremsmoment nimmt linear mit der Drehzahl des Elektromotors zu. Schon bei geringer Drehzahl des Motors stellt sich ein Bremsmoment ein, das im Gleichgewicht steht mit dem Moment M, bzw. mit dem Moment, das über die Schnecke 17 auf die Welle 5 des Elektromotors 3 eingeleitet wird. Das Kurzschließen der Phasen u, v und/oder w kann über ein Relais oder von FET-Halbleiterelementen ausgeführt werden.

Wenn in diesem Zustand am Lenkrad ein Lenkvorgang ausgeführt wird und gleichzeitig die Selbsthemmung des Schneckengetriebes 1 versagt, dreht sich der Elektromotor mit geringer Drehzahl im Generatorbetrieb. Die sich dabei einstellende Drehzahl ist so gering, dass der Lenkvorgang dadurch nicht gefährdet ist und ein sicheres Durchlenken vom Lenkrad zu den gelenkten Rädern gewährleistet ist.

Alternativ kann auch bei Versagen der Selbsthemmung der Elektromotor 3 von einem nicht dargestellten Steuergerät so angesteuert werden, dass der Motor 7 sich nicht dreht und eine Gegenmoment zu dem auf das Schneckenrad 19 wirkenden Moment M aufgebaut wird. Dazu ist es erforderlich, dass ein Drehwinkelsensor 41, wie er in Figur 1 dargestellt ist, vorhanden ist. Am Drehwinkelsensor ist jedoch in der Regel bei einem erfindungsgemäßen Schneckengetriebe für Fahrzeuglenkungen ohnehin vorhanden, da die Position des Lenkgetriebes überwacht werden muss.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die erfindungsgemäße asymmetrische Verzahnung und die Verschaltung des Elektromotors 3 auch bei dem in Fig. 1 beschriebenen Schneckengetriebe 1 eingesetzt werden kann.

Figur 3 zeigt eine Schnittdarstellung des Loslagers 13 aus Fig. 1. Der Wellenstumpf 15 ist mit einem Kugellager 37 in einem Stützring 47 gelagert. Der Stützring 47 wiederum wird in einem Langloch 49 des Gehäuses 11 aufgenommen. Das Langloch 49 ist so bemessen, dass in Richtung des Pfeils 23 der Stützring 47 um zweimal die Länge X_2 verschoben werden kann. D. h. durch die Länge des Langlochs 49 in radialer Richtung ist der Verschwenkweg X_2 festgelegt. Das Federelement 25 wirkt entweder direkt auf den Außenring des Kugellagers 37 oder mittelbar über den Stützring 47 auf den Wellenstumpf 15. In tangentialer Richtung - hier durch einen Pfeil 51 angedeutet - ist das Langloch 49 so bemessen, dass der Stützring 47 spielfrei in das Langloch 49 passt. Das Federelement 25 dient gleichzeitig als Verdrehsicherung, um zu verhindern, dass sich der Stützring 47 im Langloch 49 dreht. Unter Schutz gestellt werden sollen auch andere Ausgestaltungen, die in tangentialer Richtung spielfrei sind und in radialer Richtung eine Verschiebung des Stützrings 47 um zweimal den Betrag X_2 erlauben.

Figur 4 zeigt eine Schnittdarstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Loslagers 13 aus Fig. 2. Der Wellenstumpf 15 ist mit einer Hülse 32 verpresst. Die Hülse 32 kann sich in der Lagerschale 33 drehen. Das Federelement 25 ist bei diesem Ausführungsbeispiel als Blattfeder

ausgebildet und wird so mit dem Gehäuse 11 verbunden, dass es die gewünschte Federkraft F_{Feder} auf die Schnecke 17 (siehe Fig. 2) ausübt. Die Lagerschale 33 und das Federelement 25 sind bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel einstückig ausgeführt. Der Endanschlag - z. B. bei großen Verzahnungskräften - erfolgt durch eine gestrichelt dargestellte Bohrung 53 im Motorgehäuse 11.

Die Verbindung zwischen Federelement 25 und Gehäuse 11 ist so gestaltet, dass die Federkraft F_{Feder} sowie die in tangentialer Richtung (siehe Pfeil 51) wirkenden Kräfte von dem Federelement 25 sicher übertragen werden können. Dieses Ausführungsbeispiels eines verschiebbaren Loslagers ist besonders günstig in Herstellung, Montage und Funktion. Außerdem ist diese Anordnung in tangentialer Richtung (siehe Pfeil 51) vollkommen spielfrei.

Die Erfindung und ihre Anwendbarkeit ist nicht auf Schneckengetriebe gemäß der Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern kann auch bei anderen Bauarten von Getrieben mit Erfolg eingesetzt werden.

Alle in der Beschreibung, der Zeichnung und den Patentansprüchen beschriebenen Merkmale können sowohl einzeln oder auch in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein.

Ansprüche

1. Schneckengetriebe für eine Fahrzeuglenkung mit einer in radialer Richtung (23) verschwenkbar gelagerten Welle (5), mit einer auf der Welle (5) drehfest angeordneten Schnecke (17), und mit einem mit der Schnecke (17) kämmenden Schneckenrad (19), wobei Schnecke (17) und Schneckenrad (19) in radialer Richtung vorgespannt sind, dadurch gekennzeichnet, dass der Eingriffswinkel α_r der rechten Zahnflanke (20) und der Eingriffswinkel α_l der linken Zahnflanke (22) voneinander verschieden und so gewählt sind, dass die Normalkraft (F_N) zwischen Schnecke (17) und Schneckenrad (19) unabhängig von dem Drehsinn eines von dem Schneckenrad (19) auf die Schnecke (17) ausgeübten Moments ist.

2. Schneckengetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (5) in einem Gehäuse (11) mittels eines Festlagers (9) und mindestens eines Loslagers (13) gelagert ist, und dass das oder die Loslager (13) in radialer Richtung (23) im Gehäuse (11) verschiebbar sind.

3. Schneckengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (11) ein Langloch (49) zur Aufnahme des Loslagers (13) aufweist, und dass die Längsachse des Langlochs (49) in radialer Richtung (23) verläuft.
4. Schneckengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich das Loslager (13) über einen Stützring (47) gegen das Gehäuse (11) abstützt.
5. Schneckengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Loslager (13) und Gehäuse (11) oder zwischen Stützring (47) und Gehäuse (11) mindestens ein Federelement (25) vorgesehen ist.
6. Schneckengetriebe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Federelement (25) eine Spiralfeder oder eine Tellerfeder ist.
7. Schneckengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Loslager (13) und Gehäuse (11) oder zwischen Stützring (47) und Gehäuse (11) eine Verdrehsicherung angebracht ist.
8. Schneckengetriebe nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Loslager (13) über eine Blattfeder mit dem Gehäuse (11) verbunden ist, und dass sich die Blattfeder senkrecht zur Längsachse der Welle (5) und senkrecht zu der Richtung (23) in der das Loslager (13) verschiebbar ist zwischen Gehäuse (11) und Loslager (13) erstreckt.

9. Schneckengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (5) die Rotorwelle eines Elektromotors ist.

10. Schneckengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schnecke (17) fliegend auf der Welle (5) gelagert ist.

11. Schneckengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (5) mit Gleitlagern (9) und/oder Wälzlagern (13) in dem Gehäuse (11) gelagert ist.

12. Getriebe für eine Fahrzeuglenkung mit einer von einem Elektromotor (3) angetriebenen Antriebswelle (5) und einer Abtriebswelle (21), insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Phasen (u, v, w) des Elektromotors (3) kurzgeschlossen werden und der Elektromotor (3) von einer Spannungsversorgung getrennt wird, wenn sich der Elektromotor (3) nicht drehen soll.

13. Schneckengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kurzschließen der mindestens zwei Phasen (u, v, w) des Elektromotors (3) durch ein Relais oder durch FET-Halbleiterelemente erfolgt.

14. Verwendung eines Schneckengetriebes nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schneckengetriebe (1) in einer Servoeinheit einer elektrischen Servolenkung, in einem Zahnstangenlenkgetriebe, in einem Lenksteller, in einem Überlagerungsgetriebe und/oder als Lenksteller einer Steuer-

by-Wire-Lenkanlage eingesetzt wird.

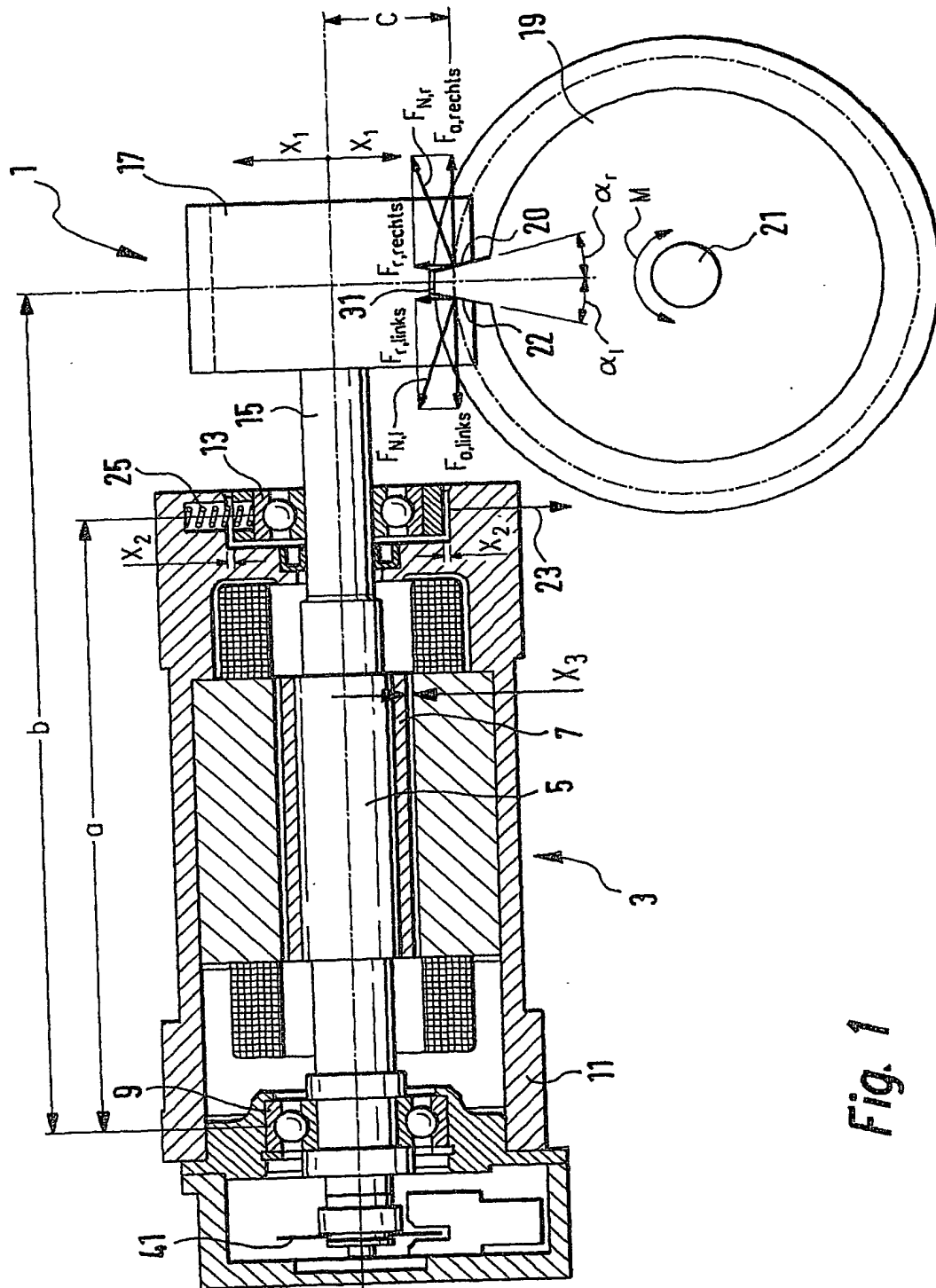


Fig. 1

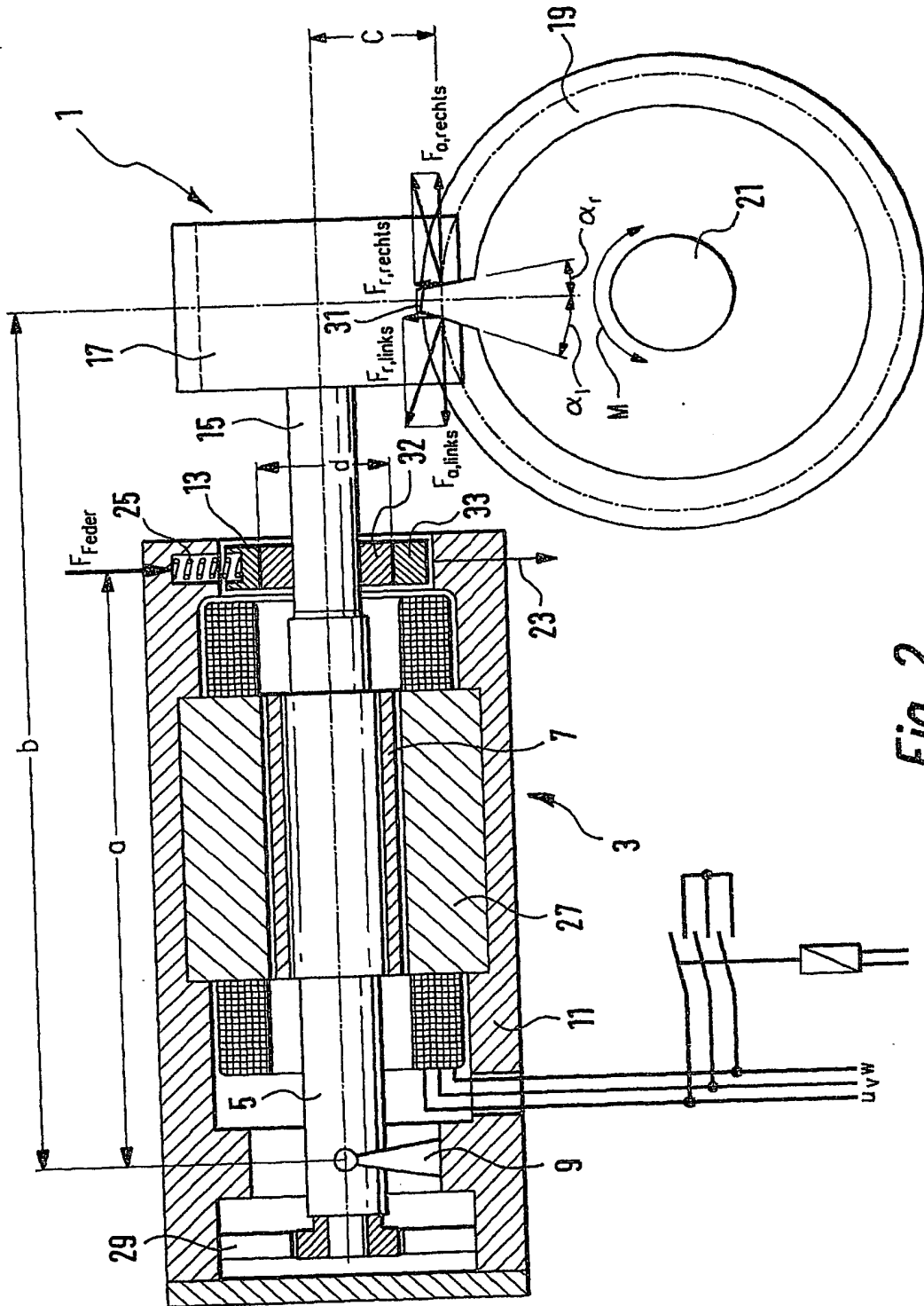


Fig. 2

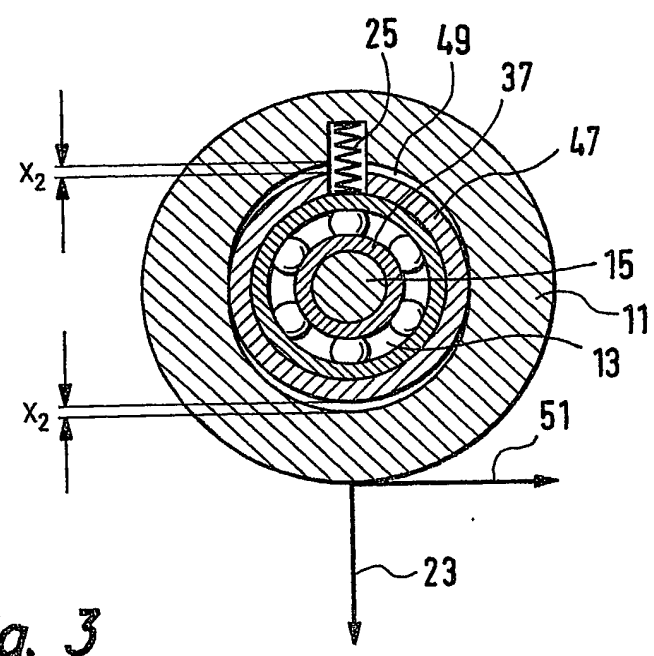


Fig. 3

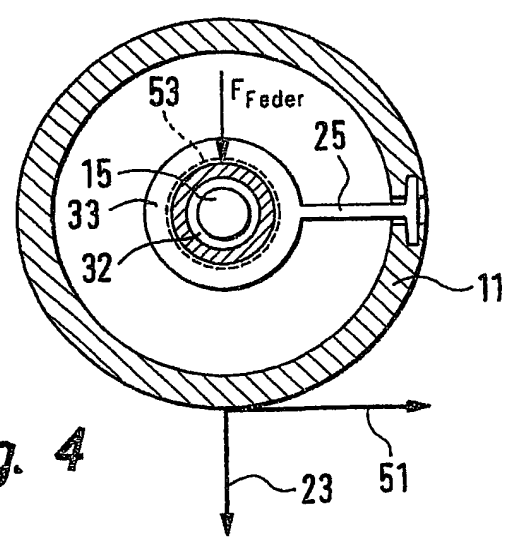


Fig. 4